

PCT/JP00/08461

29.11.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/08461

REC'D 29 JAN 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年11月30日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第339195号

出願人

Applicant (s):

松下電器産業株式会社

EU

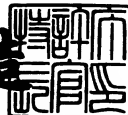
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 1月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3110805

【書類名】 特許願

【整理番号】 2030211027

【提出日】 平成11年11月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

H01S 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 菅原 岳

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 木戸口 勲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 宮永 良子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 鈴木 政勝

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 衆 雅博

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 伴 雄三郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【ブルーの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸化ニオブを共振器端面に有する半導体レーザ。

【請求項 2】 酸化ニオブと酸化シリコンとを有する多層膜を共振器端面に備えたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 3】 発振波長が400nm帯、または、400nm以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 共振器端面に酸化ニオブを形成する工程を有することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項 5】 共振器端面に酸化ニオブと酸化シリコンとを有する多層膜を形成する工程を備えたことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項 6】 酸化ニオブを形成する工程が、スパッタ法または反応性スパッタ法による堆積工程であることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光情報処理分野への応用が期待される半導体レーザおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体レーザの共振器端面には、通常、端面反射膜が形成される。高い反射率を得るためには、高屈折率材料と低屈折率材料を交互に積層する必要がある。端面反射膜を形成する低屈折率材料としては、可視光領域や紫外線領域を含む広い帯域で吸収係数が低い酸化シリコン (SiO_2) や酸化アルミニウム (Al_2O_3) が用いられる。一方、高屈折率材料の場合、レーザの発振波長に応じて異なった材料が用いられている。例えば、 AlGaAs 系の780nm帯半導体レーザで用いられている高屈折率材料は、アモルファスシリコン ($\alpha\text{-Si}$) である。一方、 AlGaAs 系より

波長の短いAlGaInP系の650nm帯半導体レーザで用いられるのは、酸化チタン (TiO_2) である。これは、材料の特性として、波長が短くなると吸収係数が増大するため、650nm帯で α -Siを有する端面反射膜を用いると α -Siでの光吸収および、それに伴う温度上昇によりレーザ特性が劣化するからである。そこで、 SiO_2 に比べて屈折率が十分に高く、また、吸収係数も α -Siより小さい TiO_2 を、650nm帯半導体レーザの端面反射膜の構成材料として用いている。また、現在開発が進められている400nm帯半導体レーザにおいても、端面コーティングとして $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜が採用されている。例えば、窒化ガリウム系半導体レーザの端面反射膜として $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜を用いたデバイスの試作例が、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 38 (1999) pp. L184-L186に記載されている。図5に $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜からなる端面反射膜を有する半導体レーザの構造図を示す。半導体レーザ501は、へき開などの手法によって形成した2つの共振器端面、すなわち、前方端面502と後方端面503を有している。そして、後方端面503には、端面コーティングとして $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜504が形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

現在開発が進められている400nm帯半導体レーザにおいては、光ディスクへの記録速度向上のための高出力化が要求されている。また、光ディスクの記録密度向上のためには、レーザの発振波長を、現在開発が進められている400nm帯半導体レーザより、さらに短波長化する必要がある。

【0004】

しかしながら、400nm帯半導体レーザの高出力化を考えた場合、650nm帯や400nm帯の半導体レーザの端面反射膜として従来用いられてきた $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜を用いることは困難になるという課題がある。これは、400nm帯における TiO_2 の吸収係数が十分に小さいとは言えず、400nm帯半導体レーザに用いた場合、高出力化すると、 TiO_2 層での光吸収に起因する温度上昇が顕著になり、素子劣化が起きてしまうからである。また、400nm以下の波長域では、 TiO_2 の吸収係数はさらに大きくなるため、今後の開発が期待される発振波長400nm以下の短波長レーザの端面反射膜として $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜を用いることも困難である。

【0005】

本発明は上記課題を解決するもので、高出力の400nm帯半導体レーザや発振波長400nm以下の短波長レーザに適用可能な端面反射膜を有する半導体レーザおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明の半導体レーザは、端面反射膜として SiO_2 / Nb_2O_5 多層膜を有する。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0008】

（実施の形態1）

本発明の端面反射膜を構成する Nb_2O_5 膜の形成方法について説明する。

【0009】

半導体レーザの共振器端面への Nb_2O_5 の堆積には、スパッタ法を用いる。本実施の形態では、図1に示すマグネトロンスパッタリング装置を用いて Nb_2O_5 を堆積する場合について述べる。マグネトロンスパッタリング装置の堆積室101には、陽極102と対向して、 Nb_2O_5 ターゲット103が設置される。ターゲット103の裏側には平板型のマグネロン電極104が設置される。

【0010】

真空引きされた堆積室101には、ガス導入口105を通して、Arを主成分とするガスが導入される。ターゲット103に高周波電力を印加することによって、ターゲット表面近傍にプラズマを発生させ、ターゲット103に衝突するArイオンによって、ターゲット表面をスパッタリングし、陽極上の被堆積物106に堆積膜を形成する。

【0011】

なお、 Nb_2O_5 ターゲットをArイオンでスパッタリングする場合、堆積膜は酸素の欠損した酸化ニオブ膜になりやすい。したがって、堆積膜の酸素欠損を防止す

るために、成膜時の導入ガスとして、上述したArとともに、酸素ガスを供給することが望ましい。本実施の形態での Nb_2O_5 の成膜条件は、Ar供給量10sccm、 O_2 流量40sccm、成膜中の堆積室圧力0.1Pa、高周波電力1kWである。この条件により、80A/minの堆積速度で酸素欠損の少ない Nb_2O_5 膜を形成できた。

【0012】

上述した条件で形成した Nb_2O_5 膜の屈折率と吸収係数の波長分散を分光エリブソメータで評価した。比較のために、反応性スパッタ法により形成した TiO_2 膜の評価も同時に行った。その結果を図2に示す。 Nb_2O_5 の吸収係数は、波長が短くなるにつれて単調に増加するが、 TiO_2 と比較するとかなり小さい値となった。例えば、400nmにおける吸収係数を比較すると、 TiO_2 が 2400 cm^{-1} なのに対し、 Nb_2O_5 は 109 cm^{-1} であった。一方、 Nb_2O_5 の屈折率は、波長が短くなるにつれて単調に増加するが、 TiO_2 と比較すると若干小さい値となった。例えば、400nmにおける屈折率を比較すると、 TiO_2 が2.95なのに対し、 Nb_2O_5 は2.52であった。

【0013】

一般に、光吸収に伴うレーザの劣化が問題となるのは、吸収係数の値が $10^3 \sim 10^4\text{ cm}^{-1}$ 以上の場合である。吸収係数の値が 10^4 cm^{-1} 以下の領域をコーティング材料の使用可能な波長範囲であるとする、 TiO_2 の場合は370nm以下の波長には対応できないのに対し、 Nb_2O_5 の場合は340nm付近まで対応可能である。

【0014】

また、 Nb_2O_5 の屈折率は TiO_2 に比べ若干低い値であるが、 SiO_2 の屈折率より十分大きい、 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜とすることで、端面反射膜として十分な反射率を得ることができる。 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜の波長 $\lambda=400\text{nm}$ の光に対する反射率の膜厚依存性を図3に示す。膜厚約68nmの SiO_2 膜と膜厚約40nmの Nb_2O_5 膜を3周期積層することにより、反射率93.9%の端面反射膜を形成できる。

【0015】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態を、発振波長400nmの半導体レーザに応用した場合について説明する。図4に本実施の形態による半導体レーザの構造を示す。半導体レーザ401は、へき界などの手法によって形成した2つの共振器端面、すなわち、

前方端面 402 と後方端面 403 を有している。そして、後方端面 403 には、端面反射膜として $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜 404 が形成されている。

【0016】

ここで、 Nb_2O_5 の堆積には、実施の形態 1 で述べたスパッタ法を用いる。また、 SiO_2 の堆積には、ターゲットに Si、プラズマガスにアルゴン、反応性ガスに酸素を用いた反応性スパッタ法を用いる。 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜 405 の構造は、必要とする反射率によって異なるが、実施の形態 1 で述べたように、例えば、膜厚約 68nm の SiO_2 膜と膜厚約 40nm の Nb_2O_5 膜を 3 周期形成することにより反射率 93.9% の端面反射膜を形成できる。

【0017】

従来の $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜を用いても、400nm 帯において同等の反射率を有する端面反射膜を形成することは可能である。しかしながら、本発明による $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜を用いることによって、 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜の場合に比べて、レーザの高出力化が可能となる。また、紫外線半導体レーザ用の端面反射膜を考えた場合、 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜の適用は光吸収による素子劣化を生じるため困難となるが、本発明による $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜ではそのような素子劣化は低減できる。

【0018】

なお、 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜の形成は、 SiO_2 膜と Nb_2O_5 膜の界面汚染を防止するため、真空一環プロセスで形成することが望ましい。このためには、 SiO_2 堆積用の堆積室と Nb_2O_5 堆積用の堆積室を有するマルチチャンバー構成のスパッタ装置、あるいは、1つの堆積室に SiO_2 堆積源と Nb_2O_5 堆積源を有するマルチソース構成のスパッタ装置を用いることが望ましい。

【0019】

なお、実施の形態 1、2 では、 Nb_2O_5 の堆積方法として、マグネトロンスパッタ装置を用いた方法について述べたが、ECR スパッタ装置や高周波スパッタ装置、ヘリコンスパッタ装置などを用いてもよい。

【0020】

なお、実施の形態 1、2 では、 Nb_2O_5 をターゲットとしたが、Nb をターゲットとする反応性スパッタ法を用いてもよい。

【0021】

なお、酸化ニオブはスパッタ法によって、比較的簡便に、低光吸収かつ高屈折率の膜を形成できることから、他のレーザ、例えば、赤色半導体レーザや赤外半導体レーザにも応用できる。

【0022】

【発明の効果】

本発明による半導体レーザでは、共振器端面に端面反射膜として、 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜を形成する。従来、高屈折率材料として用いられてきた TiO_2 に比べ、 Nb_2O_5 は吸収係数が小さく、端面反射膜での光吸収に起因する素子劣化を大幅に低減できる。したがって、本発明によれば、400nm帯半導体レーザの高出力化や発振波長の400nm以下への短波長化に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

マグネトロンスパッタ装置の概略図

【図2】

屈折率と吸収係数の波長分散を示す図

【図3】

$\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜の反射率を示す図

【図4】

本発明による半導体レーザの構造図

【図5】

従来の半導体レーザの構造図

【符号の説明】

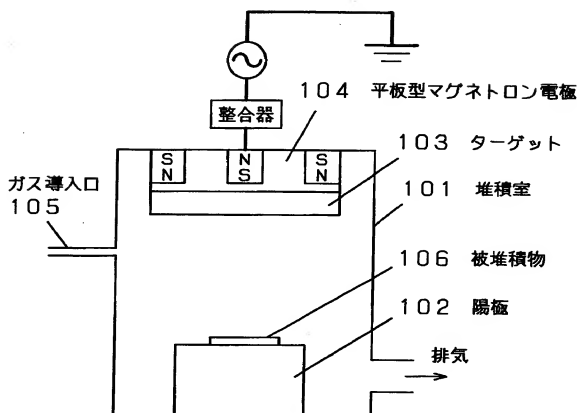
-
- 101 堆積室
 - 102 陽極
 - 103 ターゲット
 - 104 平板型マグネロン電極
 - 105 ガス導入口
 - 106 被堆積物

- 401 半導体レーザ
 - 402 前方端面
 - 403 後方端面
 - 404 $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜
 - 405 レーザ光
 - 501 半導体レーザ
 - 502 前方端面
 - 503 後方端面
 - 504 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 多層膜
 - 505 レーザ光
-

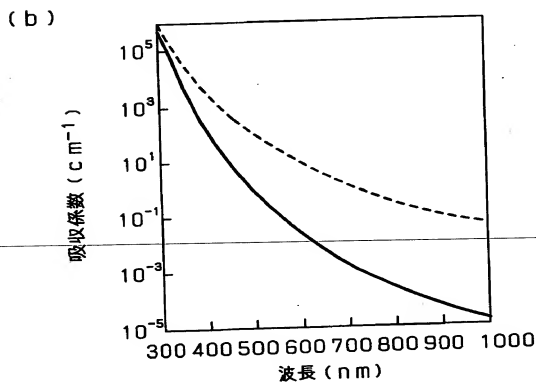
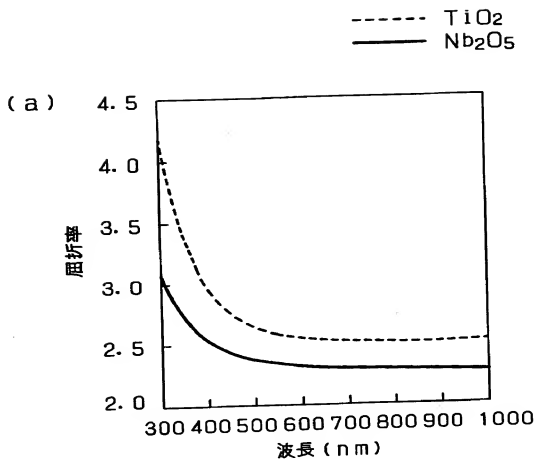
【書類名】

図面

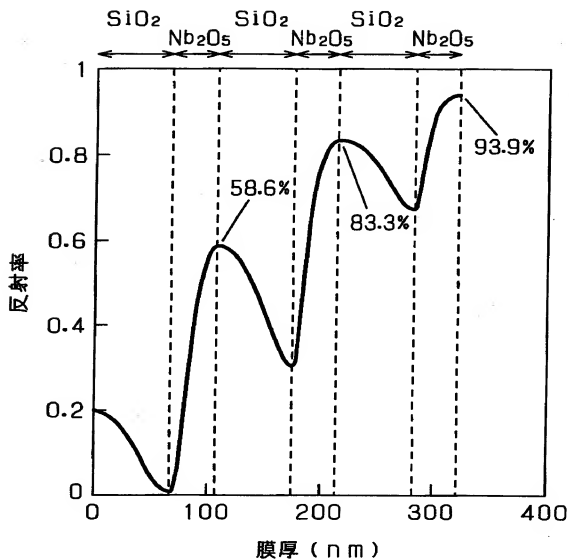
【図1】



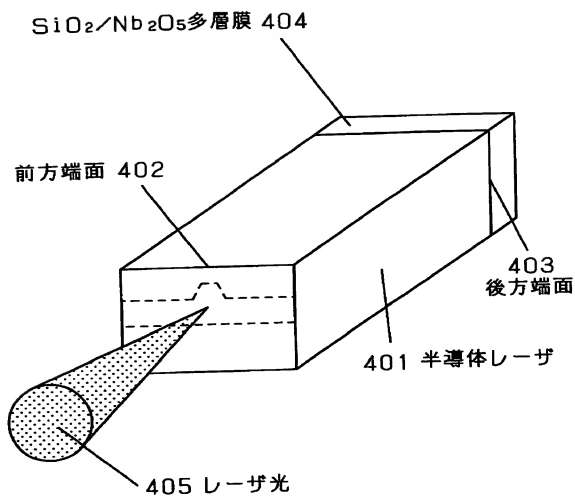
【图2】



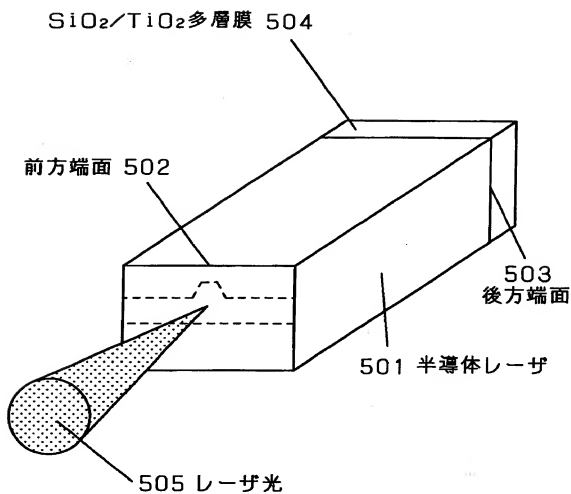
【图3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 400nm帯半導体レーザーの高出力化や、発振波長のさらなる短波長化に対応可能な端面反射膜を提供する。

【解決手段】 半導体レーザーの共振器端面に、端面反射膜として $\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5$ 多層膜を形成する。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)